

<b>Zeitschrift:</b>	Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegraфи svizzeri
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe
<b>Band:</b>	47 (1969)
<b>Heft:</b>	6
<b>Artikel:</b>	Geräuschdetektor zur Überwachung von Koaxialkabelanlagen
<b>Autor:</b>	Ruckstuhl, Julius
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-874079">https://doi.org/10.5169/seals-874079</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Geräuschdetektor zur Überwachung von Koaxialkabelanlagen

Julius RUCKSTUHL, Bern

621.391.822; 621.315.212

**Zusammenfassung.** Die Qualität von Koaxialkabelanlagen ist stark von den bei der Übertragung auftretenden Geräuschen abhängig. Am besten vermag eine dauernde Überwachung ein Bild vom Zustand einer solchen Leitung zu geben. Mit dem hier beschriebenen Geräuschdetektor wird nun diese dauernde Überwachung auch während des Betriebes möglich. Die auftretenden Geräusche werden gemessen und registriert. Sie lösen beim Überschreiten einer voreingestellten Grenze Alarm aus und sperren den Ausgang der gestörten Anlage.

## DéTECTEUR de bruits destiné à surveiller les installations de câbles coaxiaux

**Résumé.** La qualité des installations de câbles coaxiaux dépend beaucoup des bruits qui se produisent lors de la transmission et une surveillance permanente est la mieux à même de donner une idée de l'état de ces installations. Le détecteur de bruits que décrit le présent article assure une surveillance permanente, même pendant le service. Les bruits qui apparaissent sont mesurés et enregistrés; lorsqu'ils dépassent une limite préétablie, ils déclenchent l'alarme et bloquent la sortie de l'installation dérangée.

## Rivelatore di rumori per sorvegliare impianti di cavi coassiali

**Riassunto.** La qualità di impianti di cavi coassiali dipende in modo preponderante dai rumori che si manifestano durante la trasmissione. Una permanente sorveglianza è in grado di fornire nel migliore dei modi un'immagine dello stato di un simile impianto. Con il descritto rivelatore di rumori è ora possibile assicurare la permanente sorveglianza anche durante l'esercizio. I rumori che si manifestano vengono misurati e registrati. Se essi sorpassano un limite prestabilito si disinserisce un allarme e l'uscita dell'impianto disturbato viene bloccato.

## 1. Allgemeines

Die Qualität eines Übertragungskanals wird nicht nur durch seine frequenzabhängigen Dämpfungsverzerrungen, den Klirrfaktor, und die Laufzeitverzerrungen, sondern in ebenso starkem Maße auch durch die auftretenden Störgeräusche bestimmt. Diese setzen sich zusammen aus Grundgeräusch, Intermodulationsgeräusch und Nebensprechen. Das Gesamtgeräusch darf nach den CCITT-Empfehlungen in einem 2500 km langen Bezugskreis 10 000 pWOp nicht überschreiten. Nach Abzug des für die Umsetzer zugelassenen Betrages von 2500 pWOp verbleiben für die Leitung 7500 pWOp, was einem Betrage von 3 pWOp/km entspricht.

Bei modernen Koaxialkabelsystemen sind vorwiegend Grund- und Intermodulationsgeräusche zu erwarten, die weitgehend durch die Systemplanung bestimmt sind. Der Anteil des verständlichen Nebensprechens fällt kaum ins Gewicht.

Das Grundgeräusch ist im wesentlichen die Summe der Geräuschanteile aller Einzelverstärker. Sein Rauschen setzt sich zusammen aus einem theoretischen Minimalwert, dem thermischen Rauschen und dem Beitrag der Verstärkerschaltung. Der Anteil des Verstärkers wird durch den Rauschfaktor  $F$  (Verhältnis von Eingangs- zu Ausgangsrauschleistung) angegeben.

Das Intermodulationsgeräusch entsteht durch nichtlineare Verzerrungen der Verstärker. Bei Belastung mit einem Mehrkanalsignal bilden sich Intermodulationsprodukte, die in andere Kanäle fallen und dort als nichtverständliches Nebensprechen, das heißt als Geräusch erscheinen. Besonders störend sind die Produkte 2. Ordnung des Typs  $A \pm B$  und 3. Ordnung des Typs  $A+B-C$ . Mit zunehmender Belastung steigen die Intermodulationserscheinungen stark an.

Übertragungssysteme mit grossen Bandbreiten können mit einer entsprechend hohen Zahl von Übertragungskanälen belegt werden. Sie müssen so dimensioniert sein, dass die zulässigen Ausgangsleistungen der Verstärker nicht überschritten werden. Rechnet man die mittlere Leistung eines Telephoniekanales zu  $-1,73 \text{ NmO}$  ( $-15 \text{ dBmO}$ ), so ergibt sich die mittlere Belastung eines Verstärkers für Kanalzahlen  $n > 240$  aus der Formel  $p = -1,73 + \frac{1}{2} \ln n$ .

Ein Verstärker einer 1,3 MHz-Kleinkoaxialkabelanlage muss also für einen Pegel von mindestens  $+1,1 \text{ NmO}$  bemessen sein. Bei der Festlegung der eigentlichen Übersteuerungsgrenze gibt es aber noch verschiedene weitere Faktoren zu berücksichtigen. So hat die Dynamik der Sprache einen Einfluss auf die zu übertragende Spitzenleistung. Auch ist es nicht gleichgültig, was für ein Signalisierungssystem für die einzelnen Kanäle verwendet wird und wie die Sperrung und Auslösung der Kanäle im Störungsfall erfolgt. Da Inbandsignalisierungspegel von  $-0,4 \text{ NmO}$  und  $-0,7 \text{ NmO}$  vorkommen, ist sofort ersichtlich, dass bei Dauersignalen die mittlere Leistung eines Kanals von  $-1,73 \text{ NmO}$  wesentlich überschritten wird. Die Übersteuerungsgrenze wird deshalb etwa 2 N höher gewählt als der Summenpegel aller Kanäle und liegt bei ungefähr  $+3,5 \text{ NmO}$ .

Wird die zulässige Belastung überschritten, beginnen die Intermodulationsgeräusche stark anzusteigen. Die auf die einzelnen Kanäle entfallenden Geräuschanteile können so gross werden, dass eine einwandfreie Übertragung von Sprache und Signalen nicht mehr gewährleistet ist.

Solche Übersteuerungen einer Leitung können aus verschiedenen Gründen entstehen. So kann an den Eingang eines Kanals mit ungenügender Begrenzungscharakteristik ein zu hohes Signal gelangen, oder es kann an einem Messpunkt irrtümlich ein zu hohes Messignal eingespeist werden. Durch den Defekt an einem Verstärker kann der Verstär-

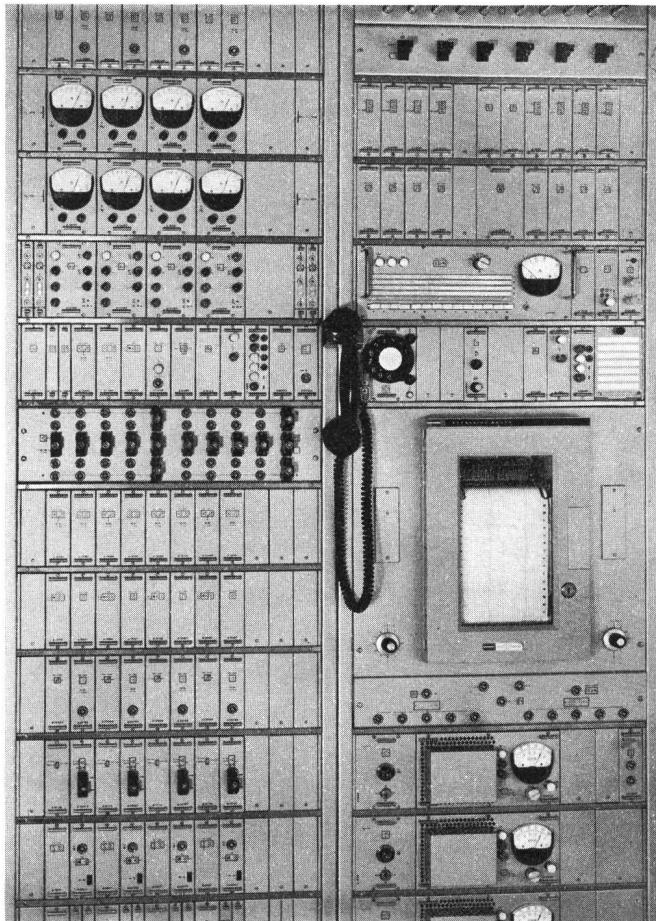


Fig. 1

Teil einer 1,3-MHz-Kleinkoaxialkabel-Endausrüstung STR mit eingebauter Geräuschüberwachung

kungsgrad (und damit der Ausgangspegel) zu stark ansteigen. Dazu kommt, dass bei pilotregulierten Zwischenverstärkern beim Fehlen der Pilotfrequenz der Verstärkungsgrad aller Verstärker auf den Maximalwert ansteigt. Eine längere Leitung wird dadurch bis zur Übersteuerungsgrenze hochgeregelt.

Durch eine dauernde Kontrolle der Geräuschverhältnisse eines Systems lässt sich die Übertragungsqualität wirkungsvoll überwachen. Bei einer im Betrieb befindlichen Leitung kann diese Überwachung auch etwas ausserhalb des eigentlichen Übertragungsbereiches erfolgen. Unzulässig hohe Geräusche lösen einen Alarm aus, und der Ausgang des übersteuerten Systems wird gesperrt. Dadurch werden alle gestörten Kanäle abgeschaltet. Die Auslösung und Sperrung wird nach rund 10 s durch die Gruppenpilotüberwachung vorgenommen. Gleichzeitig wird verhindert, dass durch weitergeschaltete Gruppen auch noch andere Leitungsabschnitte überlastet werden.

Eine von der Firma *Standard Telephon und Radio AG*, (STR) Zürich, entwickelte und zum Einbau in die 1,3-MHz-Kleinkoaxialkabelendausrüstungen vorgesehene Geräuschüberwachung soll im folgenden beschrieben werden. *Figur 1* zeigt die Endausrüstung mit eingebauter Überwachung, *Figur 2* die einzelnen Einschübe.

## 2. Prinzip der Schaltung

*Figur 3* zeigt das Prinzip der Schaltung der Geräuschüberwachung. Das ganze Frequenzband einer Leitung wird vom Ausgang des Empfangs- beziehungsweise Regelverstärkers über eine Gabelschaltung auf den Eingang des Koppelverstärkers geschaltet. Dieser besitzt drei unabhängige Ausgänge, zwei davon für die Pilotempfänger. Vom Ausgang für die Geräuschüberwachung gelangt das Signal über einen Trennbügel an den Eingang eines Bandpassfilters, das bei 1420 kHz ein etwa 10 kHz breites Geräuschband ausfiltert. Dieses wird im Geräuschdetektor verstärkt und mit einer Hilfsfrequenz von 1420 kHz, die in einem internen Quarzoszillator erzeugt wird, umgesetzt.

Nach der Umsetzung wird das nun niederfrequente Geräusch durch einen weiteren Bandpass begrenzt und einem logarithmischen Glied zugeführt. Nach nochmaliger Verstärkung und anschliessender Gleichrichtung steht es an zwei separaten Ausgängen des Geräuschdetektors zur Verfügung.

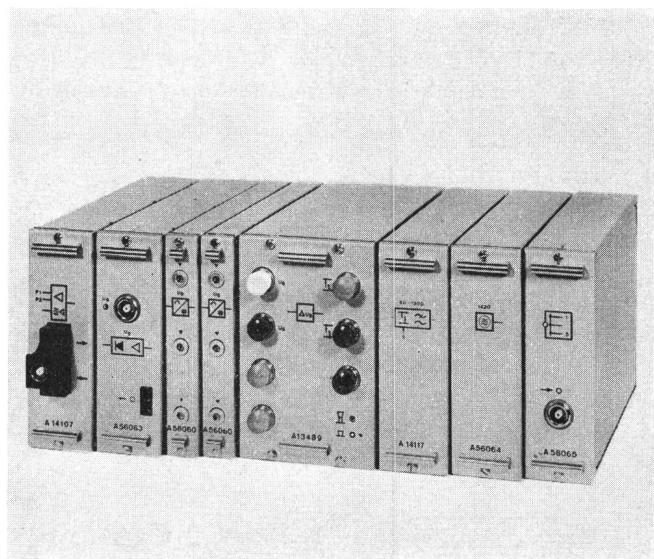


Fig. 2

Zusammenstellung aller Einzeleinschübe der Geräuschüberwachung. Von links nach rechts: Koppelverstärker, Geräuschdetektor, zwei Alarmschwellenschaltungen, Sperralarmeinheit, Tiefpassfilter mit Systemsperrung, Hilfsfrequenzoszillator, Hilfsfrequenzverteiler

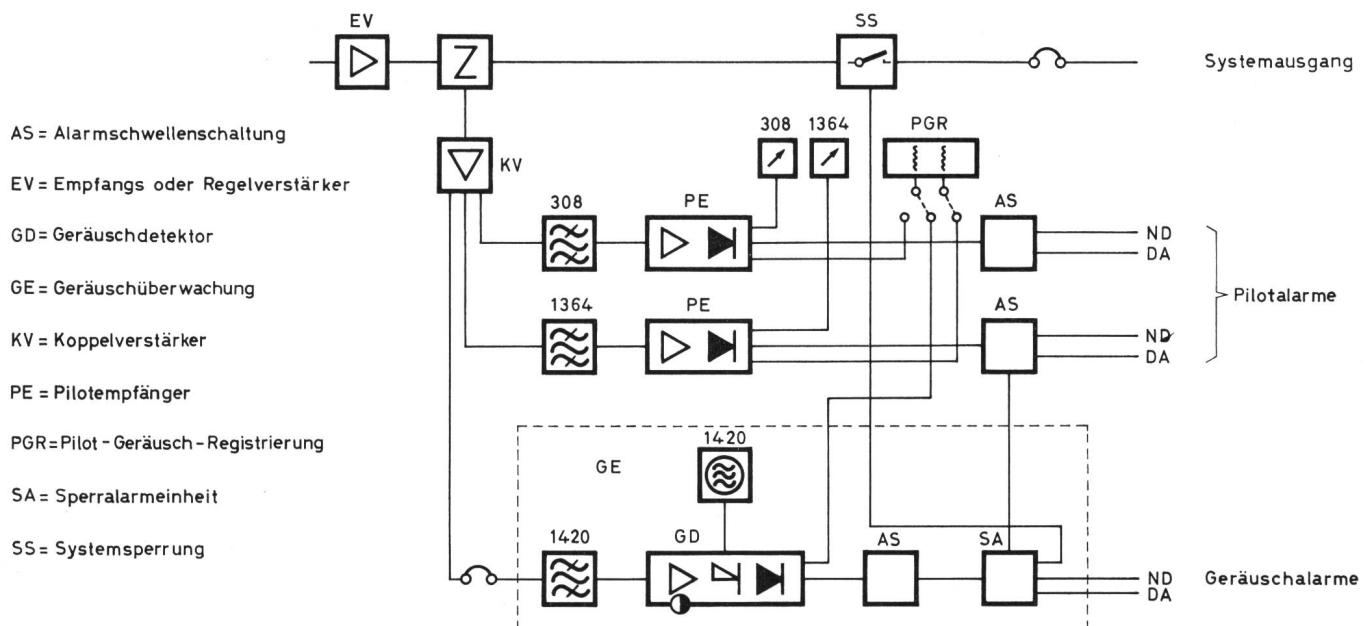


Fig. 3

Prinzipschaltung der Geräuschüberwachung einer 1,3-MHz-Kleinkoaxialkabelanlage

An einem Ausgang sind zwei Alarmschwellenschalter angeschlossen, die in der Sperralarmeinheit einen Vor- oder Hauptalarm auslösen. Beide Alarmschwellen können in den Grenzen von  $10^3$ ... $10^6$  pWOp eingestellt werden.

Ein zweiter Ausgang führt zu einem Zweikanalschreiber, mit dem die beiden Leitungspilote oder einer der Pilote und das Geräusch registriert werden können. Figur 4 zeigt das dazu verwendete Registrierpapier. Die Eichung in pWOp ist auf die Bandbreite eines psophometrisch bewerteten

Sprachkanals bezogen und gestattet eine direkte Ablesung des Geräuschpegels.

Übersteigt das Geräusch die Hauptalarmschwelle (Dringendalarm), dann wird über ein in der Sperralarmeinheit eingebautes und einstellbares Zeitverzögerungsglied der Systemausgang durch ein Relais gesperrt.

Eine bestimmte Ansprechzeitverzögerung ist nötig, damit nicht schon sehr kurze Geräuschspitzen eine Sperrung bewirken. Folgen sich mehrere Spitzen in kurzen Abständen, findet eine Zeitsummierung statt. Bei Erreichen der Ansprechzeit wird die Sperrung betätigt. Die Integrationszeit ist einstellbar.

Tritt gleichzeitig mit dem Geräuschalarm ein Pilotalarm auf, wird der Systemausgang ohne Zeitverzögerung sofort gesperrt. Das ist notwendig, um eine Übersteuerung anderer Systeme zu verhindern, wenn zum Beispiel der Pegel einer Leitung plötzlich stark ansteigt. Das gleiche gilt für den Fall, dass in einem pilotregulierten System auf der Sendeseite ein Unterbruch entsteht. Durch das Fehlen der Pilotfrequenz regeln alle Zwischenverstärker hoch: am Leitungsende entsteht ein Pilotalarm. Wird der Defekt behoben, bewirkt das plötzlich wieder erscheinende Signal im ersten Augenblick eine starke Übersteuerung der Leitung. Der normale Betriebszustand wird erst erreicht, sobald alle Zwischenverstärker wieder den richtigen Wert aufweisen. Wenn beide Alarmkriterien verschwunden sind, wird die Systemsperrung wieder aufgehoben.

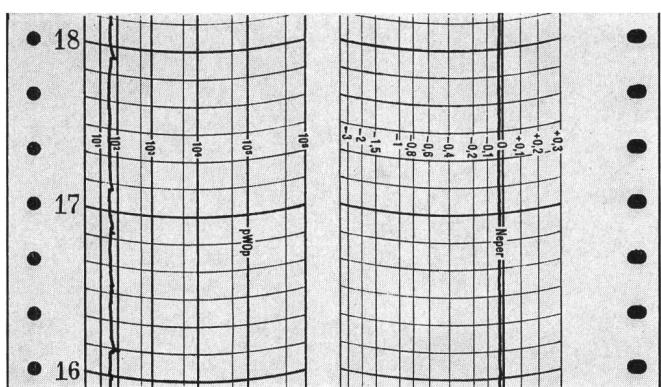


Fig. 4

Registrierstreifen für Doppelschreiber. Links die Geräusch-, rechts die Pilotregistrierung. Es ist auch Papier für doppelte Geräusch- oder doppelte Pilotregistrierung vorhanden

### 3. Beschreibung einiger Stromkreise

#### 3.1 Geräuschdetektor

Das mit etwa 10 kHz Bandbreite im Bereich von 1420 kHz liegende Geräusch gelangt über einem zweistufigen Verstärker auf einen Ringmodulator, wo es mit einer Trägerfrequenz von 1420 kHz umgesetzt wird. In einem Bandpassfilter wird anschliessend eine Begrenzung auf das Band von 1...4 kHz vorgenommen. Das Geräusch gelangt weiter an den Eingang eines logarithmischen Gliedes. Dieses hat die folgende Aufgabe: Wird am Eingang eines Verstärkers die Leistung quadratisch erhöht, steigt die Eingangsspannung und damit auch die Spannung am Ausgang des Verstärkers nur linear an.

Ein angeschlossenes Anzeigegerät müsste eine quadratische Skalenteilung aufweisen, die im unteren Teil stark gedrängt ist. Das ist aber ungünstig, da bei normalen Geräuschbedingungen einer Leitung immer im untersten Teil der Skala abgelesen werden müsste. Durch die Verwendung eines logarithmischen Gliedes kann ein Instrument mit linearer Skala angeschlossen werden. Das ergibt die aus Figur 4 ersichtliche Skalenteilung für die Geräuschanzeige.

Das gleichgerichtete Geräuschsignal gelangt über zwei getrennte Gleichstromverstärker auf die Ausgänge für die Registrierung und den Alarm. Die Ausgangsimpedanz beider Verstärker ist niederohmig. Parallel zum Alarmausgang ist ein Messpunkt vorgesehen. An ihm kann die Gleichspannung gemessen und mit einer Eichkurve die Funktion des Geräuschdetektors kontrolliert werden.

#### 3.2 Alarmschwellenschaltung

Vom Alarmausgang des Geräuschdetektors gelangt das Gleichstromsignal auf den Eingang von zwei Schwellenschaltungen. Es schwankt in Funktion der Geräuschspannung zwischen etwa 0,5 und 10 V, was einem Geräusch von  $10^1 \dots 10^6$  pWOp entspricht. Vor- und Hauptalarm sind einstellbar im Bereich von  $10^3 \dots 10^6$  pWOp. Der grosse Einstellbereich erlaubt die Alarmgrenzen auch für extreme Anwendungsfälle festzulegen. Die Hysteres ist auf 3 oder 6 dB einstellbar.

#### 3.3 Sperralarmeinheit

Diese Einheit wertet die verschiedenen Alarne des Geräuschdetektors und des Pilotempfängers aus. Sie ist mit Alarmabschalttasten versehen. Ihre Betätigung unterbindet

die Weiterleitung eines bestehenden Alarms auf den Gruppen- und Fernalarm. Geräte-, Bucht- und Reihenalarm werden nicht abgeschaltet. Die Alarmabschaltung wird durch eine grüne Lampe angezeigt. Wird die Abschaltung betätigt, ohne dass ein Alarm vorhanden ist, erscheint eine blaue Hinweislampe.

Die Systemsperrung durch das Sperrelais im Tiefpassfiltereinschub kann durch eine besondere Alarmstoptaste unterbrochen werden.

Grundsätzlich sind alle Alarne nach den allgemeinen Vorschriften der Ausrüstungen in Bauweise 62 ausgeführt. Die eigentliche Sperrung der Systeme wird auf verschiedene Weise ausgelöst.

– *Dauernder Geräuschalarm (Fig. 5).* Erhöht sich das Geräusch in einem System plötzlich sehr stark, so spricht die Schwellenschaltung des Hauptalarms an (Diagramm 1 und 2). Ein Signal gelangt zur Sperralarmeinheit und hier an den Eingang des Zeitgliedes 1. Eine einstellbare RC-Kombination ermöglicht die Wahl einer Verzögerungszeit von 0,5...16 s (Diagramm 3). Nach Ablauf dieser Verzögerungszeit wird ein Relais betätigt, das die Systemsperrung einleitet (Diagramm 5).

Verschwindet der Alarm wieder, wird die Sperrung nicht sofort aufgehoben. Zeitglied 2 verzögert diesen Vorgang ebenfalls je nach Einstellung in den Grenzen von 0,5...16 s (Diagramm 4 und 5).

– *Intermittierender Geräuschalarm (Fig. 6).* Überschreitet das Geräusch nur zeitweise die Alarmgrenze, so spricht

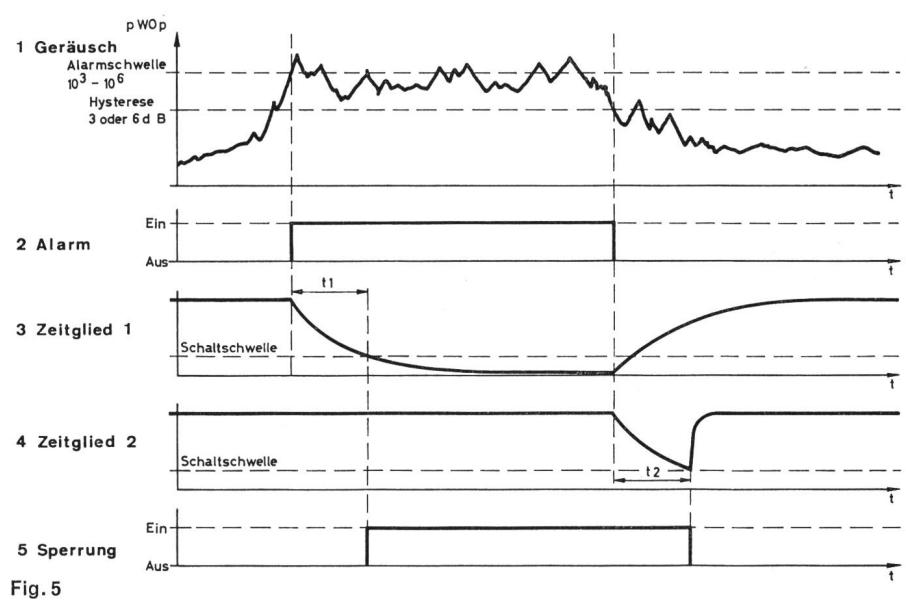


Fig. 5 Schaltfunktion von Geräuschalarm und Systemsperrung. Erläuterung im Text

die Schwellenschaltung intermittierend an (Diagramm 1 und 2).

Das Zeitglied 1 summiert diese Einschaltzeiten bis zum Erreichen der Schaltschwelle. Die Integrationszeit ist aber abhängig von der Länge der Alarmpausen. Der Kondensator der RC-Kombination des Verzögerungsgliedes wird beim Einschalten des Alarms entladen und in den Pausen wieder geladen. Die Ladezeit ist einstellbar im Bereich von 0,5...16 s. Das Ansprechen der Systemsperrung ist auf die verschiedenenen Verhältnisse von Alarm zu Alarmpause einstellbar (Diagramm 3...5).

– **Geräusch- und Pilotalarm.** Kommt zu einem bestehenden Pilotalarm noch der Geräuschalarm hinzu oder treten beide Alarne gleichzeitig auf, so wird die Systemsperrung unter Umgehung der Zeitglieder ohne Verzögerung eingeleitet. Verschwindet der Geräuschalarm vor dem Pilotalarm oder verschwinden beide Alarne gleichzeitig, so wird die Systemsperrung in etwa der Hälfte der eingestellten Verzögerungszeit aufgehoben.

Verschwindet der Pilotalarm mehr als 1 s vor dem Geräuschalarm, so wird die Sperrung mit der normalen Verzögerung aufgehoben.

### 3.4 Systemsperrung

Das Relais für die Sperrung ist im Tiefpassfiltereinschub, im Ausgang der Systeme untergebracht. Über einen Relaiskontakt wird die Leitung direkt kurzgeschlossen. Die erreichte Dämpfung ist  $> 4,6$  N bis 6 MHz.

Tritt in der Geräuschüberwachung ein Defekt auf, durch den das Sperrelais betätigt wird, kann durch einen Stecker im Einschub der Kurzschluss aufgehoben werden.

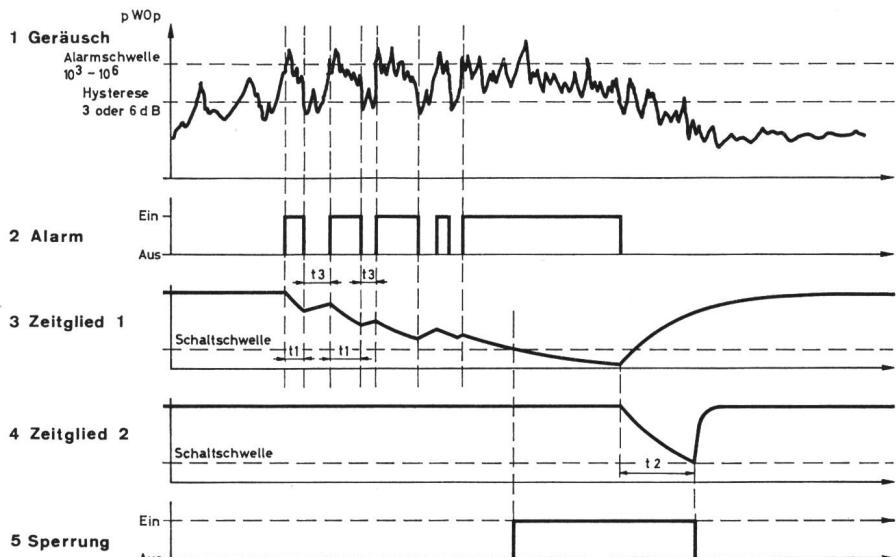


Fig. 6 Schaltfunktion von Geräuschalarm und Systemsperrung. Erläuterung im Text

## 4. Betriebserfahrungen

Die bis jetzt vorliegenden Betriebserfahrungen scheinen die in die Geräuschüberwachungseinrichtung gesetzten Erwartungen zu bestätigen.

Diese Einrichtung gestattet eine dauernde und genaue Überwachung der Qualität eines Übertragungssystems. Ihr erster Einsatz in den 1,3-MHz-Kleinkoaxialkabelanlagen hat gezeigt, dass diese modernen, transistorisierten Ausrüstungen sehr gute Übertragungseigenschaften mit hoher Zuverlässigkeit verbinden.

Die Geräuschüberwachung wird auch in die nächstens zu liefernden Kleinkoaxialkabelanlagen mit 6 MHz Bandbreite eingebaut. Entsprechend der gewählten Frequenzlage des zu messenden Geräuschbandes muss die Umsetzung in den NF-Bereich mit einer anderen Hilfsfrequenz vorgenommen werden.

Besonders wertvoll dürfte der Einsatz der Geräuschüberwachung auf den noch mit Röhrenverstärkern ausgerüsteten Normalkoaxialkabelanlagen (2,6/9,5 mm) sein. Hier liegen noch keine Betriebserfahrungen vor. Aber wir erwarten, dass durch sie eine Vereinfachung der Unterhaltsmessungen möglich wird.